

Derin Öğrenme ve Görüntü Tanılama Yöntemleri ile İç Mekanlarda Yapı Elemanlarının Tespiti

Sefa ÇAKMAK^{1*}, Doç. Dr. Ammar İBRAHİMĞİL²

¹Mimarlık Fakültesi, Gazi Üniversitesi, Ankara, Türkiye

²Mimarlık Fakültesi, Gazi Üniversitesi, Ankara, Türkiye

*cakmak.sef@gmail.com

Özet – Mimari mirasın korunması ve geleceğe aktarılması, kültürlerin ve bu mirasın devamlılığı için büyük önem taşımaktadır. Bu yapıların korunması ve bakımlarının sağlanabilmesi, yapı elemanlarının detaylı analizlerinin ve envanterlerinin çıkarılması ile mümkündür. Ayrıca, bu analizlerin belirli aralıklarla tekrarlanması ve envanterin sürekli güncellenmesi, herhangi bir müdahaleye gerek kalmadan problemlerin çözülmesine olanak sağlayabilir. Dolayısıyla, bu aşamada yapılacak gelişmeler, daha çok sayıda yapının düzenli bir şekilde belgelenmesine ve koruma altına alınabilmesine imkân tanıyacaktır. Gelişmekte olan teknolojilerin yardımıyla artık fotoğraflar, videolar ve gerçek zamanlı kameralar üzerinden tespitler yapmak ve bunları raporlamak mümkün hale gelmiştir. Derin öğrenme ve görüntü algılama olarak bilinen bu teknolojilerin tarihi yapılarda kullanım alanları günümüzde giderek artmaktadır. Bu çalışmada, derin öğrenme algoritması ve bir görüntü algılama algoritması olan YOLO algoritması kullanılarak seçilen pilot bir yapıda önceden belirlenen yapı elemanlarının tespiti amaçlanmıştır. Buradan elde edilecek sonuçlar ile mimari belgeleme işleminin, derin öğrenme ve görüntü tanılama algoritmaları ile çok hızlı ve yüksek doğruluk oranları ile yapılması hedeflenmektedir.

Anahtar Kelimeler – mimari belgeleme; dokümantasyon; yapay zeka; derin öğrenme; görüntü tanılama; bilgisayarla görme; yapı bileşeni algılama; pencere algılama; mimari miras

Detection of Building Elements in Interior Spaces with Deep Learning and Object Detection Methods

Abstract – Preserving the architectural heritage and transferring it to the future is of great importance for the continuity of cultures and this heritage. The protection and maintenance of these structures is possible by making detailed analyzes and documentations of the building elements. Additionally, repeating these analyzes at regular intervals and constantly updating the documentation may allow problems to be solved without the need for any intervention. Therefore, the developments to be made at this stage will allow a greater number of architectural heritages to be regularly documented and protected. With the help of developing technologies, it has now become possible to make and report detections through photos, videos and real-time cameras. The use of these technologies, known as deep learning and image detection, in historical buildings is increasing today. In this study, it is aimed to detect predetermined building elements in a selected building using the deep learning algorithm and the YOLO algorithm, which is an image detection algorithm. With the results obtained here, it is aimed to carry out the architectural documentation process very quickly and with high accuracy rates.

Keywords – architectural documentation; digital documentation; artificial intelligence; deep learning; image recognition; computer vision; building element detection; window detection; architectural heritage

I. GİRİŞ

Mimari kültürel mirasın belgelenmesi, anıtların, yapıların ve bu yapıları oluşturan elemanların durumuna ilişkin güvenilir bilgiler sunmalıdır [1]. Bu bilgiler koruma, bakım ve rehabilitasyon çalışmalarını kolaylaştıracak şekilde olmalı ve bu miras varlıklarının geçirdiği tarihsel dönüşümleri doğru bir şekilde yakalamalı, onların evrimi ve mevcut durumlarının yorumlanmasına ve incelenmesine olanak sağlamalıdır.

Kültürel mirasın geleneksel yöntemlerle belgelenmesi zaman içerisinde kendini kanıtlamış etkili ve yüksek düzeyde doğruluk sağlayan bir yöntem olmasına karşın bu yöntem çoğu zaman inceleme ve belgelendirme sürecini uzun bir çabaya dönüştürmekte ve bu da işin tamamlanma süresini önemli ölçüde uzatabilmektedir. Ek olarak, manuel dokümantasyonun süresinin uzaması ve emek yoğun doğası, ekonomik kaygıların artmasına neden olabilmekte, uzun süreli işçilikle ilgili maliyetler, özel uzmanlık ihtiyacı ve insan hatası potansiyeli, manuel dokümantasyonun mali yüküne katkıda

bulunabilmektedir. Bu zorluklar, doğruluk ve ayrıntıdan ödün vermeden mimari mirası belgelemek için daha verimli ve uygun maliyetli yöntemlere olan ihtiyacı artırmaktadır.

Kamera sistemlerinin ve mobil araçların gelişmesi ile birlikte dökümantasyonun daha erişilebilir, hızlı ve güvenli bir şekilde yapılmasının önünü açmaktadır [2]. Ancak üretilen medyaların sınıflandırılması, anlamlandırılabilmesi ve yorumlanabilmesi için bir aracıya olan ihtiyaç da giderek artmaktadır.

Bu çalışmada, mimari belgeleme süreçlerinde kullanılmak üzere bir prototip geliştirilmesi hedeflenmektedir. İlk aşamada, yapay zekâ algoritmasının eğitimi için belirlenen bir yapının iç mekânında çok sayıda fotoğraf çekilecektir. Bu fotoğraflar, kapı ve pencere gibi yapı elemanlarını tanımlamak üzere kullanılacaktır. Daha sonra, farklı kamera açıları ve farklı saatlerde farklı ışık seviyesine sahip fotoğraflar kullanılarak algoritmanın doğruluk değerleri belirlenecektir. Algoritmanın tanımlama performansına ve doğruluk yüzdelere dayanarak, bu yöntemin mimari belgelemede ne kadar detaylı ve etkili çalışabileceği araştırılacaktır. Bu süreç, yapay zekâ ve görüntü algılama teknolojilerinin mimari mirasın korunması ve belgelenmesinde sağladığı avantajları ortaya koymayı amaçlamaktadır.

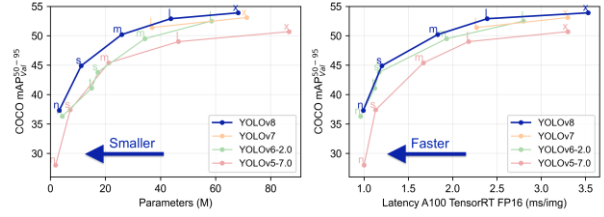
II. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmada seçilen alan Gazi Üniversitesi Merkez Kampüsü'nde bulunan Teknoloji Fakültesi İmalat Mühendisliği Bölümü atölyeleridir. Bu atölyeler karşılıklı olarak çok sayıda pencere bulundurmaları sebebiyle bu tez kapsamında üretilecek olan algoritmanın test edilebilmesi için uygun bir ortam oluşturmaktadır.



Görsel. 1 Uygulama 2 ve İşleme Merkezi Laboratuvarı [3]

Kullanılan algoritma ise doğruluk ve hız anlamında eşdeğerlerinden çok daha iyi bir performans sunan YOLO (You Only Look Once) algoritmasıdır [4]. Bu çalışma yapıldığı sırada en son sürüm olan YOLOv8 modeli kullanılmıştır.



Görsel. 2 YOLOv8'in Önceki Modellere Göre Performansı [5]

A. Mimari Belgeleme

Korumanın tarihi çok eski zamanlara kadar uzanmasına karşın bilimsel temellere dayandırılması 19. yüzyılda başlamıştır. Hala ayakta duran veya kazılarla ortaya çıkarılan eserler incelendiğinde, onarımlar ve yenilemelerle yaşatılarak günümüze geldiklerini görebiliriz. Geçmişte onarımın amacı sadece yapıyı ayakta tutmak, biçimsel bütünlüğü korumak iken günümüzde tarihi çevre, o dönemin mimari anlayışı, sosyal yaşam ve yapım tekniklerini açıklayan bir belge olduğu görülmektedir [6].

Tarih boyunca koruma ve dökümantasyon birbirinden ayrılmaz bir bütün olarak düşünülmüş, bu alanda yapılan bildiri, konferans ve tüzüklerde sık sık dökümantasyonun önemine değinilmiştir.

Bir yapıya müdahaleye başlanmadan önce o yapı ile ilgili tüm dökümanların hazır olması gerekir. Ayrıca bu dökümanların dijital formatta olması, paylaşılabilirlik ve düzenlenebilirlik açısından kolaylık sağlayacaktır [1].

B. Yapay Zekâ, Derin Öğrenme ve Görüntü Tanımlama

Temel anlamda yapay zekâ insana özgü davranışları yapabilen, insan gibi davranan makineleri temsil eder [7].

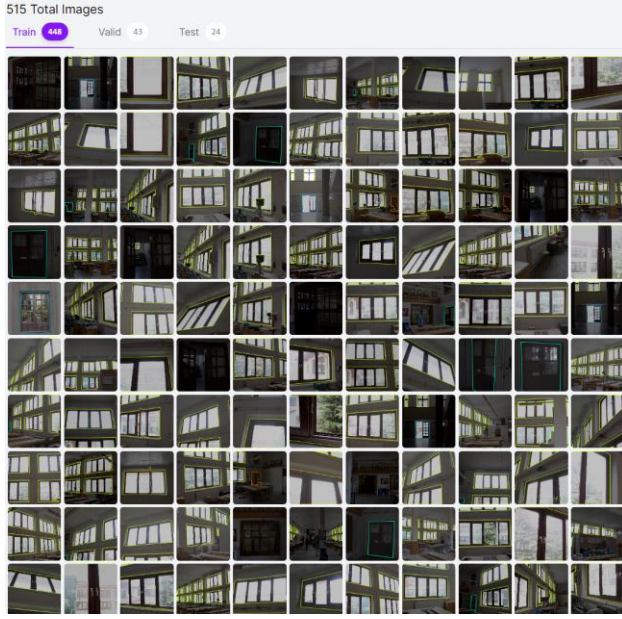
Canlıların yapabildiği bilişsel etkinliklerin yapay sistemler aracılığıyla daha yüksek doğruluk oranlarıyla yaptırılmasını inceleyen alandır [8].

Yapay zekanın bir alanı olan derin öğrenme ise gizli katmanlar (CNNs) aracılığıyla veriler arasındaki örüntüleri bulmaya dayanmaktadır. Tanım gereği, veri tasarımı sonucunda elde edilen her yeni veri seti ile algoritmanın çerçevesi, verinin temsili için genel bir işlev kazanır [9].

Görüntü tanımlama ise önceden verilen spesifik tanımlı bir objenin yeni görüntüler üzerinde tanımlanmasıdır [1].

C. Veri Setlerinin Hazırlanması ve Algoritmanın Eğitimi

Görüntü tanımlama algoritmalarının belirli bir objeyi tanımlayabilmesi için çok miktarda veriye ihtiyaç duyulmaktadır. Bu çalışma için seçilen yapının toplam 219 adet yüksek çözünürlüklü görüntüsünü kullanılmıştır. Bu görüntülerin, pencere ve kapılar gibi önemli mimari unsurların çeşitli açılardan ve farklı aydınlatma koşullarında kapsamlı bir şekilde temsil edilmesine önem gösterilmiştir. Birincil hedef, yapı öğesi tespiti için derin öğrenme modelinin doğru şekilde eğitilmesini sağlayacak sağlam bir veri kümesi oluşturmaktır.



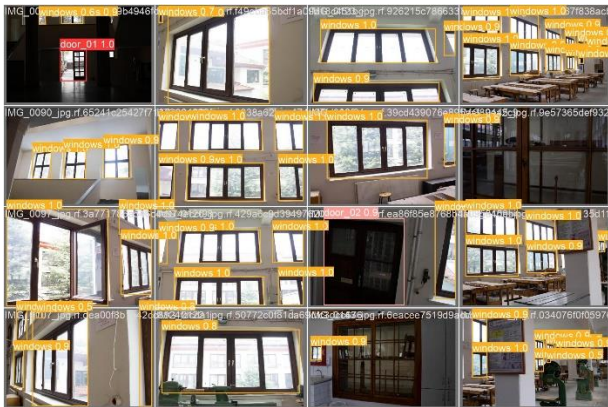
Görsel 3 Eğitim Seti İçin Etiketlenen Fotoğraflar

Etiketleme süreci için, görüntü veri kümelerini yönetmek ve etiketlemek için güçlü bir platform olan Roboflow kullanılmıştır. Her görüntü Roboflow'a yüklendikten sonra buradaki pencereleri ve kapıları, bu öğelerin etrafına sınırlayıcı kutular çizerek manuel bir şekilde tanımlanmıştır. Her ek açıklama, model eğitimi için etkili bir şekilde kullanılabilir bir veri kümesi oluşturmak amacıyla doğru bir şekilde etiketlendi.

Etiketlenen veri kümesi daha sonra derin öğrenme görevleri için gerekli hesaplama kaynaklarını sağlayan bulut tabanlı bir platform olan Google Colab'a aktarıldı. Bu ortamı kullanarak, açıklamalı veri kümesi üzerinde YOLOv8 modelinin 50 epoch değerinde eğitimi sağlandı. Bu süreç boyunca, modelin mimari elemanların tespitindeki doğruluğunu ve hassasiyetini değerlendirmek ve modelin yeni görüntülere iyi bir şekilde genelleştirilebilmesini sağlamak için doğrulama ve test setleri kullanıldı.

D. Çıktılar

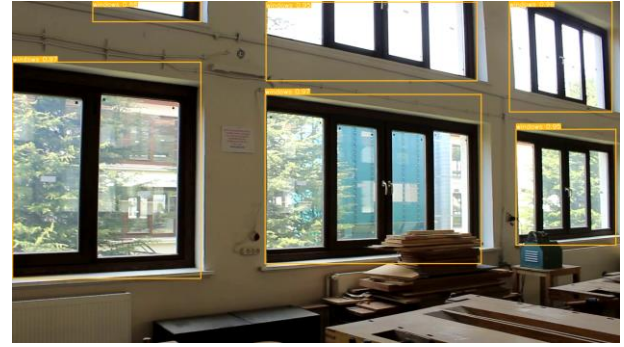
Test için eğitimde kullanılmayan, farklı bir kamerayla farklı bir saatte çekilmiş fotoğraflar kullanılmıştır. Böylelikle eğitilen görselin tespiti gibi bir yanılgıdan kaçınılması amaçlanmıştır.



Görsel 5 Yapılan Test Sonuçlarından Görseller



Görsel 6 Yapılan Test Sonuçları



Görsel 7 Yapılan Test Sonuçları

III. ÇIKTILARIN DEĞERLENDİRİLMESİ

Görsel 5, 6 ve 7 de alınan sonuçlar incelendiğinde algoritmanın pencereleri ve kapıları bulmada herhangi bir problem yaşamadığı ve güven değerlerinin 0.8 ile 0.9 arasında olduğu görülmektedir. Pencere kolon arkalarında kaldığı durumlarda bile yüksek doğruluk oranıyla yerleri tespit edilmiştir.

Güven değerlerinin düşük olduğu durumlar ise pencerenin çok az bir kesiminin görünmesi, pencereye paralel bir açıyla bakıldığı durumlar veya çok uzakta olduğu durumlarda olduğu gözlemlenmiştir.

Pencere kanadının açık olması durumunda (Görsel 5) ise yine çok yüksek doğruluk oranıyla tespit sağlanabilmiştir. Ayrıca yine düşük ışık seviyelerinde de yüksek oranda güven değerleri görülmüştür.

IV. TARTIŞMA

Genel anlamda yapay zekâ modellerinin bilinmeyen nesnelere tanımlaması, benzerliklerden tespit yapabilmesi asıl kullanım amaçlarından birisidir. Ancak bu çalışmada üretilen model aynı veya benzer yapıların periyodik olarak taranmasını ve envanter çıkarılmasını sağlama amacıyla üretilmesi sebebiyle bu durum göz ardı edilmektedir.

Modelin yüksek doğruluk oranıyla yapı elemanlarını tespiti, farklı açılardan veya kamera ayarlarıyla dahi güven oranının yüksekliği daha detaylı çalışmaların önünü açmaktadır. Bir sonraki aşamalarında bu yapı elemanlarını oluşturan birimlerin de tanımlanması ve hasar tespiti, raporlama, web veya mobil uygulamalar ile kullanım kolaylığının artırılması gibi seçeneklerin önü açılmaktadır.

Bu çalışmada kullanılan model temel alınarak daha fazla görsel bulunduran bir veri seti ve farklı kamera sistemleri kullanılarak hasar tespiti, yapı analizi veya malzeme analizi gibi çalışmaların yapılması mümkündür.

V. SONUÇ

Bu çalışmada derin öğrenme ve nesne tanılama algoritmaları kullanılarak yapı elemanlarını tespit eden bir prototip geliştirilmesi amaçlanmıştır. Pilot olarak seçilen bir yapıda veri toplaması yapıp, bu veriler düzenlenmiş, algoritma eğitilip sonuçlar ve testler sunulmuştur.

YOLOv8 model algoritmanın kullanıldığı bu çalışmada, test sonuçlarına göre kapı ve pencerelerin yüksek doğruluk oranlarıyla tespitlerinin gerçekleştiği görülmüştür.

Sonuç olarak bu çalışmada kullanılan modelin mimari dökümantasyon çalışmalarında yapı elemanları tespitinin derin öğrenme ve görüntü tanılama algoritmaları ile yapılabileceğini göstermektedir.

KAYNAKLAR

- [1] J. Llamas, P. M. Leronés, R. Medina, E. Zalama and J. Gómez-García-Bermejo, "Classification of Architectural Heritage Images Using Deep Learning Techniques" *Applied Sciences*, vol. 7, pp. 992, Sept. 2017.
- [2] M. H. Abed, Z. Hussain, "Architectural Heritage Images Classification Using Deep Learning With CNN" in *VIPERC 2020 Visual Pattern Extraction and Recognition for Cultural Heritage Understanding.*, 2020.
- [3] (2024) Gazi Üniversitesi Laboratuvarlarımız. [Online]. Available: <https://tf-imalat.gazi.edu.tr/view/page/162814>
- [4] C. Y. Wang, A. Bochkovskiy, H. Y. Mark-Liao, "YOLOv7: Trainable Bag-of-Freebies Sets New State-of-the-Art for Real-Time Object Detectors" *Institute of Information Science*, 2022.
- [5] (2024) YOLOv8 Ultralytics YOLO Docs Website. [Online]. Available: <https://docs.ultralytics.com/models/yolov8/>
- [6] Z. Ahunbay, *Tarihi Çevre Koruma ve Restorasyon*, 17th ed., İstanbul, Türkiye: YEM Yayın, 2023.
- [7] J. P. Haton and M. C. Haton, *Yapay Zekâ*, 1st ed., İstanbul, Türkiye: İletişim Yayınları, 1991.
- [8] C. Say, *50 Soruda Yapay Zekâ*, 7th ed., İstanbul, Türkiye: 7 Renk Basım Yayın, 2018.
- [9] Ç. F. Özgenel, "Crack Detection With Deep Learning: An Exemplary Study of Data Design in Architecture" Doctorate thesis, Middle East Technical University, Ankara, Türkiye, May. 2018.